

# 재유화형 분말수지 개질 초미립자 시멘트계 균열주입재의 특성

## Properties of fine type cement grouts modified with redispersible polymer powder

이 철 웅\*      최 낙 운\*\*      김 병 철\*\*\*      양 석 우\*\*\*\*      소 양 섭\*\*\*\*\*  
Lee, Chol Woong   Choi, Nak Woon   Kim, Byeong Cheol   Yang, Suk Woo   Soh, Yang Seob

### ABSTRACT

The purpose of this study is to evaluate the fundamental properties of fine type cement grouts with redispersible polymer powders. Cement grouts with redispersible polymer powders are prepared with various polymer-cement ratios, and tested for flow, water absorption, drying shrinkage, flexural and compressive strengths. From the test results, flow of the cement grouts with EVA and Va/VeoVa polymer powers decreased with increasing elapsed time. Regardless of polymer type, the flexural strength of the cement grouts tends to increase with increase in polymer-cement ratio. The maximum compressive strengths of the cement grouts are obtained at a polymer-cement ratio of 5%.

### 1. 서    론

콘크리트구조물에서 발생한 균열은 구조물의 내력, 내구성, 수밀성을 저하시키는 요인이 되기 때문에 도포합침재, 단면복구재, 균열주입재, 표면피복재등 보수재료에 의해 콘크리트의 성능이 회복되지 않으면 안된다. 0.5mm 이하의 균열보수에 사용되는 균열주입재로는 무기질계와 합성수지계로 나뉘며 국내의 경우 합성 수지계인 에폭시 수지가 많이 사용되고 있다<sup>1)</sup>. 에폭시 수지 주입재는 주입성이 좋고 경화가 빠르며 접착강도가 높은 반면 가격이 높고 열팽창계수가 콘크리트보다 크기 때문에 장기적인 내구성능이 나빠며 습윤면에서 접착강도가 저하되는 문제점이 있다. 국내의 경우 환경친화형 건축자재의 개발에 맞물려 무기질계 보수 재료가 재조명되고 있는 상황이다.<sup>2)</sup>

본 연구에서는 폴리머 디스퍼전 대신에 재유화형 분말수지를 이용한 Prepackaged형 초미립자 시멘트계 주입재의 개발을 목적으로, 재유화형 분말수지의 종류 및 폴리머 시멘트비(P/C)가 초미립자 시멘트계 주입재의 유동성, 건조수축, 흡수율, 휨강도 및 압축강도 등에 미치는 영향에 대해 검토하고자 하였다.

\* 정회원, 전북대학교 건축공학과 박사과정  
\*\* 정회원, 삼성정밀화학 제품개발 연구소 책임연구원, 공박  
\*\*\* 정회원, 근형기업(주) 기술연구소장, 공박  
\*\*\*\* 정회원, (주)제일종합화학 이사, 공박  
\*\*\*\*\* 정회원, 전북대학교 건축·도시 공학부 교수, 공박

## 2. 사용재료

시멘트로서는 국내산 OPC를 분쇄·분급한 초미립자 시멘트(분말도 8800g/cm<sup>3</sup> 와 11800g/cm<sup>3</sup>)를 중량비 1 : 1 비율로 사용하였다. 시멘트 혼화용 재유화형 분말수지로는 EVA(에틸렌 비닐 아세테이트), VA/VeoVa(초산비닐 비닐바세테이트)를 사용하였다. 시멘트에 폴리머를 혼입할 시 진행되는 기포를 제어하기 위하여 소포제를 폴리머 고형분 중량에 대하여 1% 첨가 하였다. 보수성 및 작업성 향상을 위해 메틸셀룰로오스계 분말 증점제를 사용하였다. 감수성 및 유동성을 증진시키기 위하여 나프탈렌계 고성능 감수제와 카르복실계 고성능 감수제를 혼용하였다. 표 1에는 재유화형 분말수지의 성질을 나타내었다.

표 1 재유화형 분말수지의 성질

| 종류       | 외관   | 유리전이점(°C) | 무기필러(%) | 성막온도(°C) |
|----------|------|-----------|---------|----------|
| EVA      | 백색분말 | 5         | 15      | 4        |
| VA/VeoVa | 백색분말 | 14        | 10      | 0        |

## 3. 시험방법

표 2에 나타낸 배합의 주입용 슬러리를 일본 건축 나무리재 공업회(NSK) 콘크리트부회에서 규정하는 [보수용 주입 폴리머 시멘트 슬러리(NSKS-003)] 에 준하여 제조하였으며, 그림 1에 나타내는 깔대기를 이용하여 비빔후 즉시, 30 및 60분후 슬러리의 유하시간을 측정하였다. 40×40×160mm 몰드를 25°C, 60%(RH)의 조건하에서 제조하여 건조수축을 시험은 탈형후 1, 3, 7, 14, 28일 양생 후에 측정을 하였으며 흡수율, 휨강도 및 압축강도 시험은 28일 후 측정하였다.

표 2 주입용 폴리머 시멘트 슬러리의 배합

| Type of Slurry           | Polymer-Cement Ratio (%) | Water-Cement Ratio (%) | Anti-Foamer (%) | Thickener (%) | Water Reducing Agent |            |
|--------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------|---------------|----------------------|------------|
|                          |                          |                        |                 |               | Powder (%)           | Liquid (%) |
| Unmodified               | 0                        | 65                     | 0.0             | 1.0           | 3.0                  | 2.0        |
| EVA Powder Modified      | 3                        | 65                     | 1.0             | 1.0           | 3.0                  | 2.0        |
|                          | 5                        |                        |                 |               |                      |            |
|                          | 7                        |                        |                 |               |                      |            |
|                          | 10                       |                        |                 |               |                      |            |
| Va/VeoVa Powder Modified | 3                        | 65                     | 1.0             | 1.0           | 3.0                  | 2.0        |
|                          | 5                        |                        |                 |               |                      |            |
|                          | 7                        |                        |                 |               |                      |            |
|                          | 10                       |                        |                 |               |                      |            |

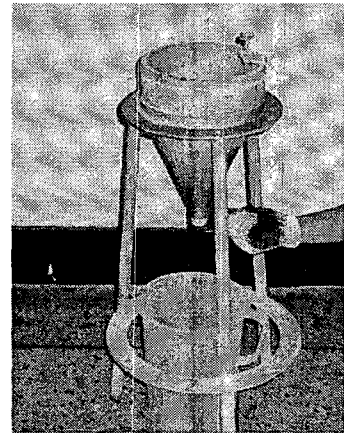


그림 1 유하시간 측정용 깔대기

#### 4. 실험결과 및 고찰

그림 2는 P/C를 달리한 주입용 폴리머 시멘트 슬러리의 유하시간을 나타낸다. 일부의 경우를 제외하고, 주입용 슬러리의 유하시간은 분말수지의 종류에 관계없이 시간의 경과에 따라 약간 증가하는 경향을 보인다. 그러나 비빔후 60분 후에도 그 유하시간은 30초 이내를 유지하고 있어 NSKS-003에 규정하는 조건을 만족하는 유동성을 가지는 것으로 나타났다.

그림 3은 재유화형 분말수지를 이용한 주입용 폴리머 시멘트 슬러리의 건조양생재령 경과에 따른 건조수축을 나타낸다. 재유화형 분말수지의 종류에 관계없이 주입용 슬러리 경화체의 건조수축은 건조양생 재령의 증가에 따라 증가하며, P/C의 증가에 따라 건조수축은 감소하는 경향을 보인다. 물-시멘트비를 고정한 상태에서 P/C를 변화시켰기 때문에 폴리머에 의한 보수성의 증가로 인해 슬러리 경화체의 건조를 감소시켜 수축이 줄어든 것으로 판단된다.

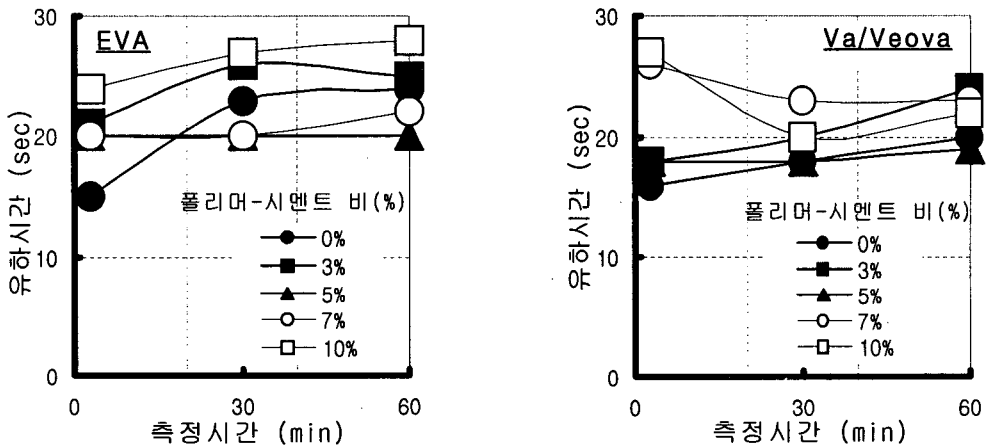


그림 2 재유화형 분말수지 혼입 폴리머 시멘트 슬러리의 측정시간에 따른 유하시간

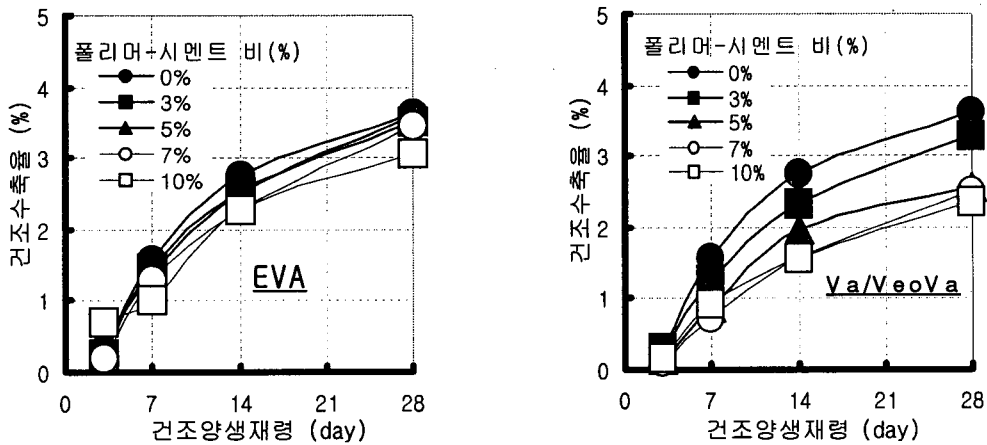


그림 3 재유화형 분말수지 혼입 폴리머 시멘트 슬러리의 건조양생재령에 따른 건조수축율

그림 4는 재유화형 분말수지를 이용한 주입용 폴리머 시멘트 슬러리의 흡수율에 미치는 P/C의 영향을 나타낸다. 폴리머 시멘트 슬러리의 흡수율은 분말수지의 종류에 관계없이 P/C의 증가에 따라 감소하는 경향을 보이며, P/C 10%에서의 흡수율은 P/C 0%의 것의 약 1/2 값을 갖는다. Va/VeoVa 보다는 EVA계 쪽이 흡수율은 약간 높게 나타났으나 본 실험 배합의 모든 슬러리는 NSKS-003에 규정하는 흡수율 15% 이하를 모두 만족하였다.

그림 5는 재유화형 분말수지를 이용한 주입용 폴리머 시멘트 슬러리의 휨강도 및 압축강도를 나타낸다. 폴리머 시멘트 슬러리의 휨강도는 분말수지의 종류에 관계없이 P/C의 증가에 따라서 증가하며 압축강도는 P/C 5%에서 최대값을 갖는 것으로 나타났다. NSKS-003에 규정하는 휨강도 규정치 4MPa 이상은 P/C 7% 이상에서 얻어지는 것을 알 수 있었다.

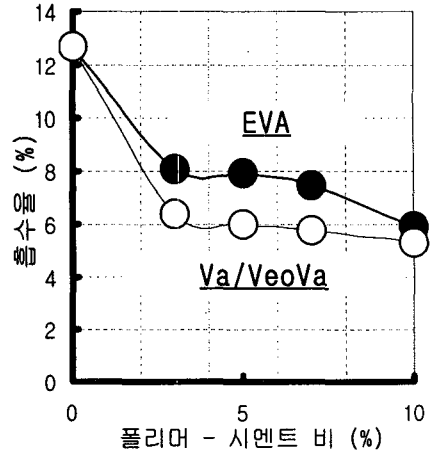


그림 4 폴리머 시멘트 비에 따른 흡수율

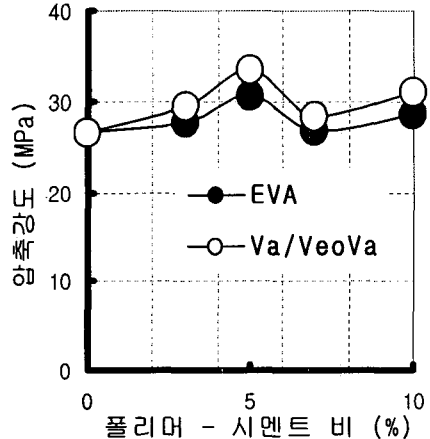
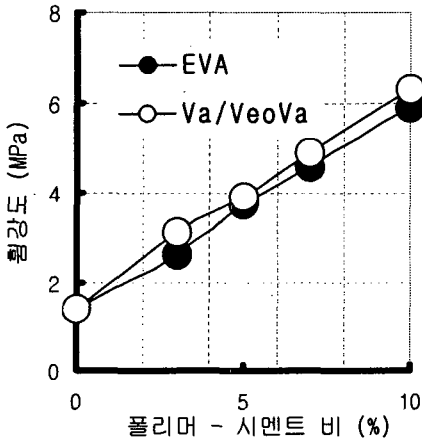


그림 5 재유화형 분말수지 혼입 폴리머 시멘트 슬러리의 건조양생재령에 따른 휨강도 및 압축강도

#### 4. 결론

본 연구는 재유화형 분말수지를 이용한 주입용 슬러리 개발에 관한 가능성 실험으로써 성능개선을 위한 각종 첨가제의 혼입은 검토하고 있지 않다. 이후 수축저감, 강도증진 등을 목적으로 한 수축저감제나 팽창제, 방청제 등의 각종 혼화제 또는 혼화제의 첨가에 관한 검토가 이루어져야할 필요성이 있다.

#### 참고문헌

1. 村上克朗, 小西敏正, 鉄筋コンクリートのひび割れ補修における樹脂注入工法に関する研究, セメント技術年報, 41, pp.154-155(1987)
2. 辰巳昇一松田隆, 玉田祐二, 若松三紀夫, 超微粒子セメント系注入材の性質, 大阪セメント技報, No. 58, pp.71-77(1992)